

Evaluación del desempeño de tres cuchillas de corte y remoción de una
sembradora para siembra directa sobre un suelo Vertisol

*Trabajo final presentado para optar al título de Especialista en Manejo de Suelos y
Cultivos en Siembra Directa*

Alejo Alonso Galland

Ingeniero Agrónomo - Universidad de Buenos Aires - 2011

Lugar de trabajo: Berardo Agropecuaria S.R.L.



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

Tutor

Guido Fernando Botta

Ingeniero Agrónomo (UBA)
Dr. en Ciencias Aplicadas (UNLu)

JURADO DE TRABAJO FINAL

Tutor

Guido Fernando Botta

Ingeniero Agrónomo (UBA)
Dr. en Ciencias Aplicadas (UNLu)

JURADO

Diego Wilfredo Agnes

Ingeniero Agrónomo (UBA)
M.Sc. en Mecanización Agrícola (UNLP)

JURADO

Diego Julián Cosentino

Ingeniero Agrónomo (UBA)
Dr. en Ciencias del Suelo (INAPG, París)

Fecha de defensa del Trabajo final: 5 de abril de 2016

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVOS.....	13
HIPÓTESIS.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el desempeño de tres cuchillas de corte y remoción en un suelo Vertisol bajo siembra directa mediante la eficiencia de implantación y la velocidad de emergencia de un cultivo de soja. Las cuchillas utilizadas fueron: lisa, rippled y dura flute. La hipótesis de trabajo fue: la eficiencia de implantación y el día medio a emergencia del cultivo de soja bajo siembra directa y en un suelo Vertisol son dependientes del tipo de cuchilla labrasurco que compone el tren de siembra de la sembradora. El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento ubicado en el departamento de Gualaguaychú, sur de la Provincia de Entre Ríos, siendo sus coordenadas $32^{\circ} 50' 8.18''$ latitud sur y $58^{\circ} 40' 05.69''$ longitud oeste. Los principales resultados obtenidos señalan que el máximo logro, en cuanto al porcentaje de emergencia, se observa a los 13 días después de la siembra y luego hay una declinación en el stand de plantas hasta el día 25 posterior a la siembra, siendo la cuchilla lisa la que más se vio afectada. Las condiciones de alta humedad debido a las continuas precipitaciones sucedidas en el transcurso de la emergencia del cultivo afectaron el establecimiento de las plántulas de soja. Las conclusiones fueron: a) la cuchilla rippled produjo la mayor eficiencia de implantación, b) la velocidad de emergencia de las plantas de soja fue superior en aquellas cuchillas que, además de cumplir con la función de cortar el rastrojo, generan una remoción de la línea de siembra, c) el día medio a emergencia resultó ser menor con la cuchilla dura flute, resultando ser mayor con la cuchilla lisa, d) donde se utilizó la cuchilla labrasurco lisa hubo una mayor muerte de plántulas por damping off.

Palabras clave: Densidad de siembra, Tren de siembra, Eficiencia de implantación, Siembra de soja.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La producción de cultivos extensivos en la Argentina ha evidenciado una expansión en las últimas décadas, extendiéndose su implantación tanto dentro como fuera de la Región Pampeana. De los cultivos anuales que tradicionalmente se identifican con la agricultura Argentina (trigo, maíz, girasol y soja) el que mostró un importante crecimiento en superficie como en producción, ha sido el cultivo de soja, convirtiéndose en el cultivo dominante en varias zonas (Satorre, 2005). El avance agrícola, se observó principalmente en el centro del país con dirección noroeste, instalándose sobre tierras de bosque y pastizales/pasturas; en el primer caso bajo deforestación y en el segundo desplazando la ganadería bovina hacia las regiones del norte del país (Viglizzo et al., 2010).

La expansión del cultivo de soja fue acompañada simultáneamente por el sistema de la siembra directa (Martínez-Ghersa y Ghersa, 2005). Este sistema está basado en la siembra de semillas sobre un suelo que no ha sido disturbado o manipulado previamente (Baker y Saxton, 2008) y, debido a causas productivas y empresariales, ha sido adoptado como sistema a utilizar (Satorre, 2005; Tourn et al., 2011).

La provincia de Entre Ríos no estuvo ajena a los acontecimientos mencionados. Según datos analizados, se observó que la superficie agrícola sembrada con los principales cultivos de grano, en la campaña 06-07 en Entre Ríos, se incrementó respecto a la campaña 80-81, ocupando el tercer lugar como provincia en incremento relativo de superficie (425%), y el cuarto en cuanto superficie sembrada absoluta (1,9618 millones de ha), observando que la soja en la campaña 06-07, ocupaba el 73,2% de la superficie total, seguido por el trigo (14,5%), luego el maíz (9,5%) y por último el girasol (2,8%) (Ramírez

y Porstmann, 2008). Además, se constató un incremento en la adopción del sistema de siembra directa, ya que en Entre Ríos, tanto el cultivo de soja como el de maíz, el 100% de la superficie se realiza bajo este sistema, en el caso del cultivo de trigo un 96,6% y en girasol 93% (Sammarro et al., 2013).

Varios de los ambientes donde ha avanzado la siembra de cultivos anuales, y en su mayoría bajo el monocultivo de soja, son ambientes frágiles, donde el reemplazo de los ecosistemas naturales, como praderas, bosques, etc. por cultivos de granos genera un riesgo, y los expone a diferentes procesos que atentan contra la productividad de los mismos. Las características topográficas, edáficas y climáticas de la provincia de Entre Ríos, hacen que los suelos posean un alto riesgo a erosionarse. Tasi (2009) comenta que la principal limitante de la producción agropecuaria en esta provincia, es la erosión hídrica, que, sumado al aumento mencionado de la superficie agrícola, y a la disminución de los bosques nativos, se afecta de forma directa el uso sostenible de los recursos.

La producción de granos bajo un sistema de siembra directa y con una adecuada rotación de cultivos, conserva el suelo al mitigar la erosión hídrica y/o eólica. Bajo este sistema, se observan varios beneficios, los cuales son: una mayor captura del agua por infiltración y su conservación, una mejora en la fertilidad física y química del suelo, un aumento en la actividad biológica del mismo, un incremento de la materia orgánica, además de una mejora en la estabilidad estructural del suelo (Gil y Pozzi, 2009), dando como resultado una mayor estabilidad productiva y un aumento en los rendimientos (Marelli, 1998; Albertengo et al., 2014). Sin embargo la adopción de este sistema, también trae aparejado ciertos inconvenientes, los cuales son: una mayor dificultad en la implantación de los cultivos, como así también en el logro de una profundidad homogénea en siembras con

rastrajo mal distribuido (Erbach et al., 1986). También, según Tourn et al. (2003), se produce una disminución de la temperatura del suelo y como consecuencia un retraso en la emergencia de plantas, ya que la temperatura controla la duración del ciclo del cultivo entre siembra y madurez fisiológica. Respecto a la compactación del suelo, Botta et al. (2004) señalan que se producen valores de resistencia a la penetración elevados y, en algunos casos, aumento de la densidad aparente atribuible a la ausencia de remoción y al efecto compactante derivado del pasaje de maquinarias. Finalmente, se pueden producir según Vallone y Giorda (1997) el desarrollo de enfermedades favorecidas por residuo de cultivos en superficie y la aparición y difusión de diversas plagas asociadas a suelos no roturados (Aragón et al., 1997).

El desarrollo de las sembradoras de directa, ha acompañado la adopción de este sistema de labranza, perfeccionando los distintos componentes para asegurar una correcta implantación de los cultivos. Bragachini et al. (2009) expresan que, la aparición de las máquinas pesadas, con trenes de siembra con doble disco, doble rueda limitadora, apretadores de semilla y doble discos escotados de tapado, fue un acontecimiento significativo de desarrollo de la siembra directa y el cultivo de soja en Argentina. Durante los '90, el desarrollo de las sembradoras para el cultivo de soja en el país, se concentró principalmente en perfeccionar el tren de siembra para directa, ya que se observaban fallas en la implantación (Bragachini et al., 2003).

Se advierte en el país, para la siembra del cultivo de soja, la utilización de dos tipos de sembradoras, las máquinas tipo grano grueso, y como alternativa las sembradoras de grano fino (Bragachini et al., 1993). En cuanto a las configuraciones del tren de siembra, según Baumer (1999), las sembradoras de grano grueso encuentran varias similitudes entre

ellas y son: una cuchilla circular para el corte del rastrojo y labranza de la línea de siembra, seguida por conjuntos surcadores de doble disco y ruedas tapadoras-compactadoras con cubiertas de goma (Maroni, 1994; Gargicevich, 1995).

Como surcador, el doble disco produce gran movimiento del suelo, siendo adecuado para tierras poco preparadas, con rastrojos en superficie, terrones o suelos endurecidos por lluvias (Baraño, 1955; Márquez Delgado, 2011). Presentan como ventajas, ser de una construcción relativamente simple y de poco mantenimiento, tener capacidad para pasar a través de los rastrojos sin atorarse (Baker, 2008) y según Márquez Delgado (2011) poseen la posibilidad de sembrar a una mayor velocidad, y una menor potencia requerida. Como desventajas la necesidad de alta carga para la penetración del suelo, la compactación del mismo y alisado de las paredes del surco, dificultad de su posterior cobertura e introducción de rastrojo dentro del mismo (Baker, 2008). La función principal de los surcadores, es abrir en el suelo un surco bien definido, donde la semilla pueda ubicarse a la profundidad adecuada, además de dar una forma tal al mismo para que ésta esté en pleno contacto con el suelo, y de esta forma conseguir una germinación y emergencia de plantas óptimas (Colombino et al., 1989).

Martínez Peck (2009) alude que, las mayores restricciones de los surcadores de doble disco encontrado, no surgen del abresurco en sí mismo, sino de la acción de las cuchillas labrasurcos, que no siempre se adaptan a las condiciones del suelo y a la humedad imperante. Dentro del tren de siembra, las cuchillas labrasurco cumplen, según Baumer (1999), la función de: cortar el rastrojo, para que éstos no sean enterrados por los surcadores, realizar una remoción de línea de siembra, asegurar un buen contacto semilla-suelo, facilitar el trabajo de los abresurcos (Ferrari, 2014), y asegurar un correcto

cubrimiento del surco facilitando el trabajo de las ruedas tapadoras (Baumer, 1999; Pozzolo, 2006; Ferrari, 2014). Varias son las alternativas de cuchillas labrasurco y su elección se determinará según la habilidad de cada una para trabajar en distintas situaciones (Marrón, 2005).

Entre Ríos es la provincia donde se encuentran la mayor parte de los suelos Vertisoles de la Argentina, ocupando 2.300.000 hectáreas, lo cual representa un 30% aproximadamente de la superficie de la provincia (De Battista, 2004; Quinteros, 2013). El horizonte A1 en los Vertisoles, puede ser desde plástico y adhesivo a muy plástico y muy adhesivo, friable a firme en húmedo y duro a extremadamente duro en seco (Tasi, 2009), lo que determina una baja oportunidad de siembra, ya que con humedad se observan atoraduras, exceso de movimiento de suelo por adherirse el mismo a los discos e inconvenientes en el cerrado del surco, y en seco resulta difícil su penetración, además de que no es la condición en la que se busca sembrar. La transición del suelo de húmedo a seco es rápida, por lo tanto se acrecienta el problema planteado.

En esta provincia, debido a los suelos adhesivos en condiciones de humedad, es común que las sembradoras estén alistadas con cuchillas labrasurco lisas o se observe la ausencia de las mismas. Además, junto con las cuchillas lisas, es habitual observar la utilización de patines o flejes, implementos que van adosados a cada lado de la cuchilla, y cumplen con la función de evitar el pegado del suelo, lo que genera muchas veces la expulsión de parte del suelo fuera del surco (Marrón, 2005) y una excesiva remoción. Asimismo los flejes ayudan a las cuchillas a cortar el rastrojo (Pozzolo y Curró, 2008).

El desarrollo de las sembradoras para siembra directa -y más precisamente los trenes de siembra- ha sido orientado para suelos de textura franca o franco-arcillosa, mostrando en Vertisoles resultados, en cuanto a la eficiencia de implantación, heterogéneos y generalmente menores que para los cuales fueron diseñados (Pochat y Pozzolo, 2000; Pozzolo et al., 2000). Martínez Peck (2009) comenta que las máquinas que se utilizan en siembra directa requieren un mayor grado de adaptación regional, resultando ciertos accesorios imprescindibles en unas regiones, pero pueden generar fuertes limitaciones en otras.

Las cuchillas de ondulaciones tangenciales tipo turbo, son las recomendadas por sus prestaciones en la gran mayoría de los casos, pero se contraindica su uso para suelos arcillosos pesados (Bragachini et al., 2003; Ferrari y Ferrari, 2011). Para la siembra de pasturas en estos suelos, tanto Pozzolo (2006) como Ferrari (2014), recomiendan el uso de una cuchilla corrugada tipo rippled o bubble; también son recomendadas en el caso de siembra de granos gruesos (Ferrari y Ferrari, 2011). En contraposición con los autores citados anteriormente, Baumer (1999) comenta que tales cuchillas, no trabajan bien en suelos húmedos, y que se adaptan mejor a suelos arenosos, considerando como opción para una buena siembra en suelos arcillosos, la utilización de una cuchilla delantera de ondulaciones radiales sectorizadas tipo dura flute y una segunda cuchilla de ondulaciones radiales tipo wavy, siendo la primera la encargada de penetrar y abrir el suelo, y la segunda de removerlo para lograr un contacto semilla-suelo efectivo y facilitar el cierre del surco por parte de las ruedas tapadoras.

Una buena siembra es definida como aquella donde, la diferencia entre plantas posibles a obtener y las emergidas son mínimas, la separación entre ellas es uniforme y el

tiempo transcurrido para emerger es el mínimo para el conjunto de la población (Maroni et al., 2004). Por lo tanto, para cumplir con parte del requisito de una buena siembra planteado anteriormente, hay que tener en cuenta que, aumentando el contacto semilla-suelo, se acorta el tiempo a germinación y se aumenta su porcentaje (Rogers y Dubetz, 1980; Sepaskhah y Ardekani, 1978, citados por Iqbal et al., 1998). En concordancia con lo antedicho, Garicevich y Maroni (2003) trabajando en un suelo Argiudol típico de textura franco-limosa, con un cultivo de soja de segunda sobre un rastrojo de trigo, y además distintas configuraciones del tren de siembra concluyen que, independientemente de la condición de humedad del suelo, las mejores emergencias de cotiledones de soja se logran cuando las semillas se localizan en una banda de suelo removido, observando que, el contacto semilla-suelo es un factor relevante para la germinación de la semilla y emergencia de los cotiledones. Soza et al. (2008) trabajando en un cultivo de maíz sobre un suelo Argiudol vértico, concluyen que el tren de siembra que mayor remoción produjo en el surco fue el que mejores densidades de plantas logró bajo siembra directa, obteniendo en este caso, resultados de eficiencia de implantación equivalentes a los que se llegaron con laboreo previo. Similar resultado obtuvieron Soza et al. (2004) al trabajar con un cultivo de soja sembrado en siembra directa en un Argiudol ácuico, donde observaron una mayor eficiencia de implantación con el tren de siembra que contenía cuchilla labrasurco, que el que estaba compuesto solamente por los surcadores, siendo éstos doble disco desencontrado, explicando que este resultado sugiere un mejor funcionamiento de este tren de distribución (con cuchilla labrasurco) en la conformación de un buen contacto semilla-suelo. Aun así, hay antecedentes que objetan la operación de remoción por parte del tren de siembra para obtener mejores resultados en cuanto a logro del cultivo. Un caso es el estudio llevado a cabo por Herrera et al. (2003) con un cultivo de maíz, donde se probaron

diferentes configuraciones del tren de siembra en dos tipos de suelos caracterizados como, arcilloso –Cromuderte árgico- y franco arcilloso limoso –Argiudol ácuico- y bajo dos condiciones de humedad, concluyendo que, en suelos arcillosos en condiciones de alta humedad es conveniente que los trenes de siembra provoquen la menor remoción de la línea de siembra posible, remarcando la importancia de la configuración del tren de siembra para el logro del stand de plantas, y como ésta va siendo más determinante, en la medida que los suelos son más arcillosos y sus contenidos de humedad excesivos.

Según Soza et al. (2003) la intensidad de remoción de la línea de siembra ejerce un efecto sustancial en la emergencia del cultivo, por lo tanto para el alistamiento del tren de siembra se requiere la caracterización previa de la historia y condición del suelo para su definición. Aun así, Herrera et al. (2003) comentan que aunque las opciones de diseños de abresurcos y accesorios que componen el tren de siembra son numerosas, hay poca información sobre las configuraciones más eficientes para Vertisoles. Esta situación genera un desconcierto previo a la siembra, al tener que elegir los implementos que compondrán el tren de distribución de la sembradora, en zonas donde los lotes en su mayoría estén compuestos por suelos del orden Vertisol, y se termine optando aquellos que generen menores inconvenientes durante la labor, pero que quizá, no sean los adecuados para obtener una mejor implantación del cultivo.

OBJETIVOS

Evaluar el desempeño de tres cuchillas de corte y remoción en un suelo Vertisol bajo siembra directa mediante la eficiencia de implantación y la velocidad de emergencia de un cultivo de soja.

HIPÓTESIS

La eficiencia de implantación (logro) y el día medio a emergencia del cultivo de soja bajo un sistema de siembra directa y en un suelo Vertisol son dependientes del tipo de cuchilla labrasurco que compone el tren de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Ubicación y descripción del sitio

El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento ubicado en el departamento de Gualeguaychú, sur de la Provincia de Entre Ríos, situado entre las ciudades de Gualeguaychú y Urdinarrain, siendo sus coordenadas $32^{\circ} 50' 8.18''$ latitud sur y $58^{\circ} 40' 05.69''$ longitud oeste (Figura 1).

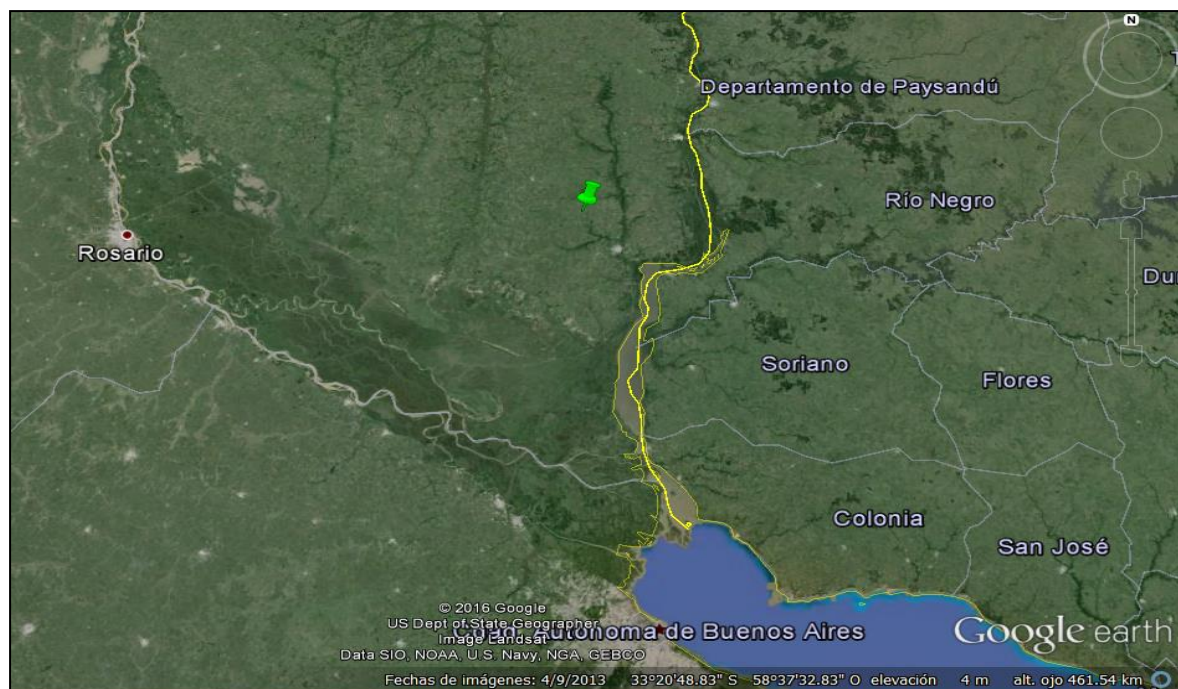


Figura 1: Ubicación del lote donde se realizó el ensayo.

Caracterización climática

El clima es templado húmedo de llanura (Garciaarena y Saluso, 2005). Las temperaturas medias para los diferentes meses del año, la podemos observar en la Figura 2,

siendo el promedio anual de 17,9 °C, con una máxima media anual de 24,8 °C y una mínima media anual de 11,5 °C (Garciaarena y Saluso, 2005).

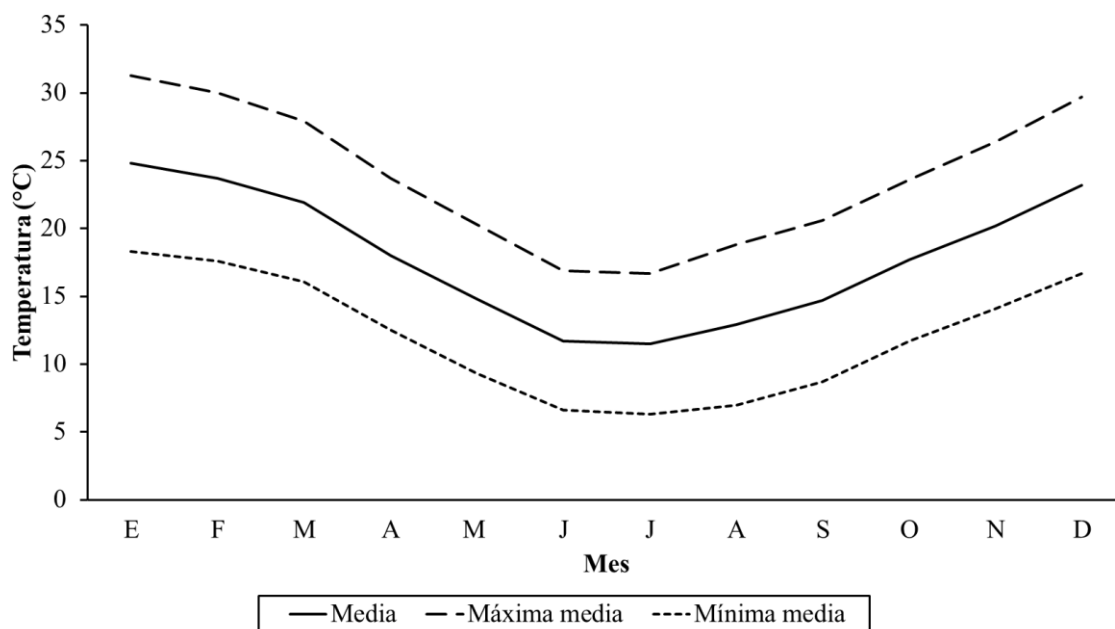


Figura 2: Temperaturas medias mensuales. Gualaguaychú 1963/2004 (Adaptado de: PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, 2005).

La precipitación anual es de 1100,9 milímetros (Figura 3), siendo los meses más lluviosos los de enero, febrero y noviembre, observándose en estos meses una precipitación mensual de aproximadamente 117 mm (Garciaarena y Saluso, 2005). En la Figura 4 se representan las lluvias decádicas esperadas con probabilidades del 25, 50 y 75 % de ocurrencia de precipitaciones en la zona.

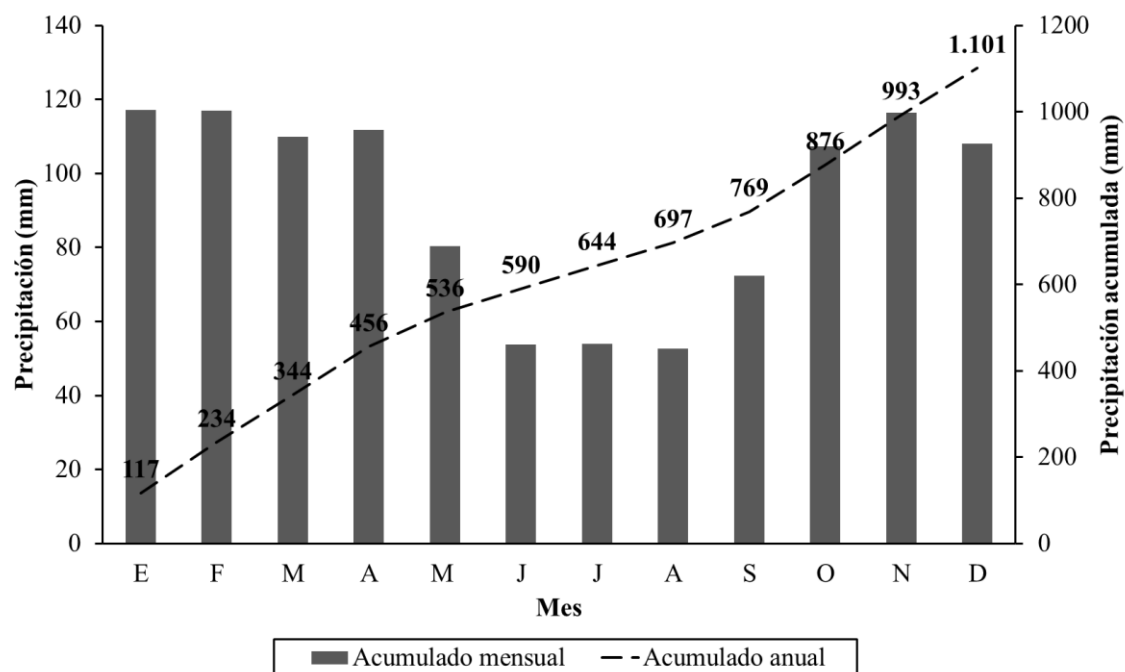


Figura 3: Precipitación mensual y acumulado anual. Gualguaychú 1968/2004
(Adaptado de: PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS, 2005).



Figura 4: Lluvias decádicas esperadas con probabilidades del 25, 50 y 75 % en Gualguaychú *(Fuente: PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, 2005).*

Características del suelo

La Carta de Suelos de la República Argentina – Departamento Gualeguaychú (Plan Mapa de Suelos de la Provincia de Entre Ríos, 2005), en la ubicación del lote donde se realizó el ensayo, identifica al suelo con el símbolo cartográfico 18 Pog/Aso.SSim (Asociación San Simón), la cual está compuesta por una asociación entre las series San Simón (70%) y Escriña (30%), correspondiendo el paisaje para la primera en lomas y pendientes, y la segunda en pie de lomas y bajos. Como limitantes principales para las dos series se identifica un Bt y susceptibilidad a la erosión. La clasificación de la aptitud de la tierra para un sistema agrícola con alto nivel tecnológico según la unidad cartográfica es PA-RdLg (Potencialmente Apto – Profundidad efectiva limitada por horizontes subsuperficiales densos con una permeabilidad muy lenta – Labranza limitada por un horizonte superficial muy arcilloso, con arcillas expandibles y microrelieve gilgai). La metodología de clasificación del suelo utilizada para su descripción es una modificación de la metodología original, utilizando 5 números de clases (muy apto, apto, potencialmente apto, condicionalmente apto y no apto (misceláneas urbanas y otras, cursos de agua, etc.)) en reemplazo de los 7 números romanos (Tasi, 2005). El índice de productividad de la unidad taxonómica San Simón (SSim) es 47 y la de Escriña (Esñ) 31, como resultado, el índice de productividad de la unidad cartográfica Asociación San Simón (Pog/Aso.SSim) es 42.

Los suelos de la serie San Simón son pertenecientes a la familia “fina, montmorillonítica, térmica” de los *Peludertes argiudólicos*. Son suelos moderadamente bien drenados, profundos de colores oscuros y un horizonte argílico denso, arcillo-limosos.

Presentan un microrelieve gilgai tenue (Tasi et al., 2005). El perfil de esta serie lo podemos observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos analíticos del perfil típico de la serie San Simón. (Fuente: Tasi et al., 2005).

Horizonte	A1	B21t	B22t	B23t	B3ca	Cca
Prof. (cm)	05 - 17	25 - 40	50 - 70	78 - 90	100 - 115	135 - 145
M.O. (%)	3,01	3,29	1,66	1,59	0,76	0,74
C (%)	1.75	1.91	0.97	0.92	0.44	0.42
N (%)	0.140	0.121	0.088	0.073	0.034	0.024
C/N	12.50	15.79	11.02	12.60	12.94	17.92
TEXTURA						
<2 μ	29.53	45.24	42.51	42.11	40.01	39.02
2-20 μ	27.05	28.53	29.07	29.51	27.02	26.08
2-50 μ	60.71	48.51	50.53	51.65	54.86	56.46
50-100 μ	1.07	0.52	1.01	0.49	0.29	0.29
100-250 μ	8.28	5.41	5.63	5.43	4.37	4.00
500-1000 μ	0.41	0.23	0.28	0.29	0.32	0.22
1000-2000 μ	-	0.09	0.04	0.03	0.15	0.01
CO ₃ Ca (%)	-	-	-	5.5	15.70	16.20
PH H ₂ O	7.2	7.4	8.4	8.9	9.0	8.9
PH ClK	6.0	5.9	6.8	7.2	7.3	7.3
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA						
CE 1:4 - μ Scm-1	76.40	113.20	191.10	223.00	237.00	239.00
C.I.C. (cmol(c)kg-1)						
Valor T	26.82	39.25	40.03	39.77	30.48	27.08
Ca ⁺⁺	21.18	28.55	27.08	24.47	21.33	20.12
Mg ⁺⁺	2.95	4.37	4.34	5.22	4.23	3.85
K ⁺	0.27	0.29	0.26	0.19	0.23	0.21
Na ⁺	0.40	0.89	1.44	1.78	1.78	1.44
H ⁺	2.02	5.16	6.90	8.11	2.92	1.46
Equivalente de						
humedad (%)	31.94	47.17	44.97	44.49	41.87	38.68
P disponible (ppm)	10.60	6.30	5.90	5.30	4.60	4.10

La serie Escriña pertenece a la familia “fina, montmorillonítica, térmica” de los *Argiudoles vérticos*. Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, con un epipedón oscuro, franco-arcilloso-limoso y un horizonte argílico, franco-arcilloso-limoso a arcilloso-limoso, con abundantes moteados de hierro-manganeso y escasas concreciones calcáreas a

partir de los 85 cm (Tasi et al., 2005). El perfil de esta serie lo podemos observar en la Tabla 2.

Tabla 2: Datos analíticos del perfil típico de la serie Escriña. (Fuente: Tasi et al., 2005).

Horizonte	A1	B2lt	B22t	B3	C
Prof. (cm)	05-15	25-50	65-80	90-105	120-135
M.O. (%)	4.98	2.77	1.50	1.19	0.22
C (%)	2.90	1.61	0.87	0.69	0.13
N (%)	0.213	0.108	0.070	0.041	0.033
C/N	13.62	14.91	12.43	16.83	3.94
TEXTURA					
<2 µ	31.37	38.69	40.80	42.12	45.07
2-20 µ	31.40	34.34	32.89	32.01	33.41
2-50 µ	63.24	57.33	55.15	54.21	51.53
50-100 µ	1.63	1.08	1.22	0.91	0.85
100-250 µ	3.70	2.88	2.81	2.72	2.20
250- 500 µ	-	-	-	-	-
500-1000 µ	0.06	0.02	0.02	0.04	0.35
1000-2000 µ					
CO ₃ Ca (%)	0.0	0.0	0.0	1.27	0.17
PH H ₂ O	5.8	6.9	7.9	8.3	7.9
PH ClK	5.0	5.5	6.5	6.9	6.3
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA					
mmhos/cm	0,20	0,17	0,20	0,32	0,23
C.I.C. (m.e./100 g)					
Valor T	35,10	41,32	43,15	45,07	48,17
Ca ⁺⁺	27,05	31,84	33,10	35,02	38,29
Mg ⁺⁺	4,62	5,20	5,72	6,30	5,90
K ⁺	0,64	1,36	1,05	1,76	1,71
Na ⁺	0,25	0,55	1,62	1,75	1,94
H ⁺	2,41	2,11	1,23	-	-
% Na/T	0.007	0.013	0.038	0.039	0.040
Equivalente de humedad (%)	29.53	37.23	42.73	43.43	3.99
P disponible (ppm)	7.20	4.30	3.80	3.40	3.00

Historia del lote

El lote del ensayo pertenece, en gran parte, a la serie San Simón. El cultivo antecesor en el lote donde se realizó el ensayo fue un maíz tardío (fecha de siembra: 28/12/2013), DM 2771 VT TRIPLE PRO el cual rindió 6822 kg/ha. Dos campañas atrás el lote fue sembrado con una soja de primera (fecha de siembra: 24/11/12), variedad DM 5.9i, la cual rindió 1973 kg/ha.

El barbecho del lote comenzó tres meses antes de la siembra del cultivo (16/08/2014); las aplicaciones de barbecho previo a la siembra y a la emergencia del cultivo las podemos observar en la Tabla 3.

Tabla 3: Fecha de aplicación y herbicidas utilizados en presiembra y preemergencia del cultivo (Fuente: *Propia*).

Fecha de aplicación	Producto	Dosis PC (lt-kg/ha)
16/08/2014	Glifosato sal amonio 39,2g	2,91
	2,4 D sal amina 80%	0,97
	Dicamba 57,71%	0,08
25/10/2014	Glifosato sal amonio 39,2g	3,00
	Sulfato de amonio líquido	1,00
	Cletodim 24%	0,50
18/11/2014	Glifosato sal amonio 39,2g	2,00
	Diclosulam 84%	0,04
	Cletodim 24%	0,65

Maquinaria utilizada:

- Tractor (Figura 5)
 - Marca y modelo: Agco Allis 6.150
 - Potencia máxima: 140 C.V. a 2300 r.p.m.
 - Par máximo: 520 N.m. a 1550 r.p.m.

- Cilindrada: 6,128 cm³.
- Peso: 6676 kg (tractor: 5516 kg + 12 pesas delanteras: 600 kg + 10 pesas traseras: 560 kg).
- Neumáticos delanteros: Fate, modelo GD 79 - R1, dimensión 14.9-28.
- Neumáticos traseros: Firestone, modelo Traction Field & Road / R-1 dimensión 23.1-30.
- Tracción: en las 4 ruedas (4WD).



Figura 5: Tractor utilizado para el ensayo marca Agco Allis modelo 6.150 (Fuente: Propia).

- Sembradora (Figura 6)
 - Marca y modelo: Tedeschi M99
 - Sistema de traslado: auto-trailer, giro hidráulico.

- Número de cuerpos de siembra: 14.
- Distancia entre cuerpos: 420 mm.
- Sistema dosificador: neumático de depresión, marca MaterMacc.
- Sistema de abresurcos: doble disco encontrado.
- Tres configuraciones de cuchillas de corte y roturación:
 - ✓ Cuchilla lisa de 16" de diámetro y 4 mm de espesor marca Ingersoll con flejes (Figura 7a)
 - ✓ Cuchilla dura flute de 50 ondas de 16" de diámetro y 4 mm de espesor marca Ingersoll con flejes (Figura 7b).
 - ✓ Cuchilla rippled de 18 ondulaciones de 16" de diámetro y 4 mm de espesor marca Ingersoll con flejes (Figura 7c).
- Sistema de fertilización:
 - ✓ Dosificador: chevrón.
 - ✓ Ubicación: en línea.



Figura 6: Sembradora utilizada para el ensayo marca Tedeschi M99 (Fuente: Propia).

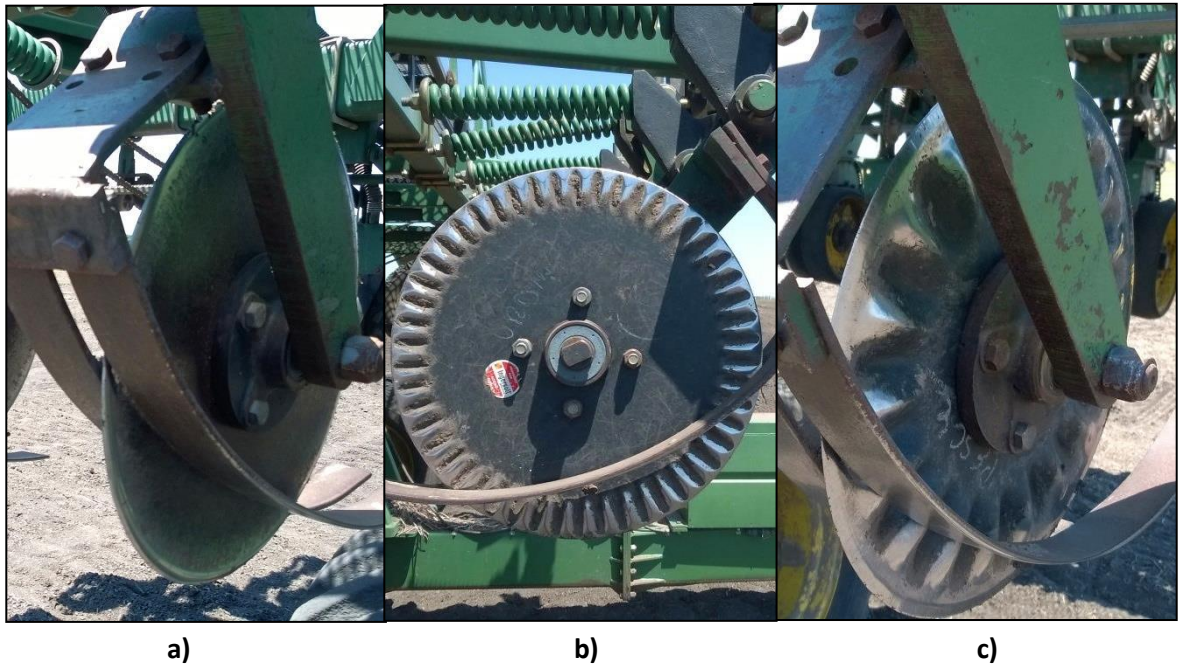


Figura 7: Cuchillas de corte y roturación: a) lisa; b) dura flute 50 ondas; c) rippled 18 ondulaciones (Fuente: *Propia*).

Semilla utilizada

- Especie: Soja (*Glycine max*).
 - Variedad: N 5009.
 - Poder germinativo: 92%.
 - Peso de mil semillas: 168 gramos.

Fertilizante utilizado

- Fuente: fosfato monoamónico (MAP).
- Dosis: 60 kg/ha.

Implementos utilizados

- Cuchillo.

- Cinta métrica.
- Balanza de precisión.
- Bolsitas de plástico.
- Estacas.
- Calculadora.
- Bloc de notas.
- Notebook – paquete estadístico Infostat, Microsoft Excel.

MÉTODOS

El ensayo fue realizado en un lote con rastrojo de maíz, en el cual se determinó la eficiencia de implantación del cultivo de soja con tres configuraciones del tren de siembra.

El diseño del experimento fue en parcelas completamente aleatorizadas según propuesta de Tourn et al. (2003) que incluyeron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. Este diseño es el más utilizado en los ensayos de maquinaria agrícola para trabajos de campo ya que en nuestro país los agricultores (en general) no son propietarios de la maquinaria. Los contratistas son los propietarios de la misma en toda la zona productiva, siendo muy difícil solicitar que retrasen sus labores ya que trabajan contra el tiempo y, cada tratamiento, implica modificación de la sembradora lo que ocasiona un importante retraso en el trabajo de campo.

Los tratamientos fueron: T1: alistamiento con cuchilla de corte y roturación dura flute de 50 ondas; T2: alistamiento con cuchilla de corte y roturación lisa; T3: alistamiento con cuchilla de corte y roturación rippled de 18 ondulaciones. Las demás partes del tren de siembra quedaron iguales para los tres tratamientos. Las diferentes configuraciones del tren

de siembra se realizaron sobre la misma sembradora. Lo anterior hace que todos los tratamientos se apliquen al mismo tiempo.

Los tratamientos se delimitaron en 9 parcelas de 0,84 metros de ancho (2 discos a 0,42 cm de distancia entre surcos) y 300 metros de largo (Figura 8). Para obviar efectos cabecera, el ensayo se realizó en un sector representativo del lote, y se descartaron para la medición los 10 metros iniciales y finales de las parcelas.



Figura 8: Parcelas de ensayo, al centro surcos con cuchilla lisa, a la izquierda con dura flute y a la derecha con rippled (Fuente: *Propia*).

El número de plantas emergidas por metro lineal se observó en las dos filas de las tres configuraciones del tren de siembra, cuidando que éstas no se encuentren en la huella del tractor. La siembra se realizó el día 16/11/2014, los conteos fueron realizados: 7, 10, 13, 18 y 25 días después de la siembra. Por cada día de recuento de plántulas emergidas, se observaron 351 metros lineales, elegidos de forma aleatoria para todos los tratamientos y

repeticiones (39 observaciones por tratamiento x 3 tratamientos x 3 repeticiones). La humedad en la fecha de la siembra fue, como en la mayoría de los ensayos de trenes de siembra, cercana a la capacidad de campo, que para este suelo es alrededor del 30 %. Esto se puede inferir de la Figura N° 9, donde se observa que cuatro días antes de la fecha de siembra las precipitaciones acaecidas los días 9, 10, 11 y 12 de noviembre sumaron 45,2 mm.

La densidad de siembra se verificó para cada tratamiento y repetición de forma dinámica, a una velocidad de avance de 6 km/h. El recuento de semillas se hizo por metro lineal y se efectuó descubriendo los surcos para cada configuración de tren de siembra correspondiente, resultando 19,49 semillas por metro lineal para el T1, 18,38 semillas por metro lineal para el T2 y 18,78 semillas por metro lineal para el T3. Como promedio de semillas sembradas por metro lineal para la totalidad de mediciones efectuadas se confirmó 18,86. Se contrastó este dato con el monitor de siembra de la sembradora, el cual marcó 19 semillas por metro lineal como promedio de todos los cuerpos. La profundidad de siembra fue de 4 cm. La cantidad de mediciones efectuadas fue de 15 metros lineales distribuidos de forma aleatoria en los surcos de siembra para cada tratamiento y repetición, sumando de esta forma 45 metros observados por tratamiento, y en total 135 metros lineales.

Para determinar el desempeño de los tres tratamientos se calculó la eficiencia de implantación, siendo la misma la relación porcentual de plantas emergidas y las semillas viables sembradas, y el día medio a emergencia (D.M.E.) según la metodología propuesta por Bilbro y Wanjura (1982), mediante el recuento de plantas emergidas en cada tratamiento, en una secuencia que comprendió cinco fechas posteriores a la siembra, momento en el cual ya no se registraron nuevas emergencias.

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), y las medias analizadas por la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0.05$) según metodología de Botta et al. (2002). Para el análisis se utilizó el programa estadístico InfoStat versión estudiantil 2013 (Di Rienzo et al., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas anteriores y posteriores a la siembra se muestran en la Figura 9. Las temperaturas máximas, mínimas y medias del aire fueron moderadas y normales en noviembre y diciembre (meses del ensayo). La precipitación en el mes de noviembre fue adecuada para la emergencia de las plántulas, se debe mencionar que 4 días antes de la siembra estuvo lloviendo de forma continua, llegando la precipitación a 45 mm aproximadamente.

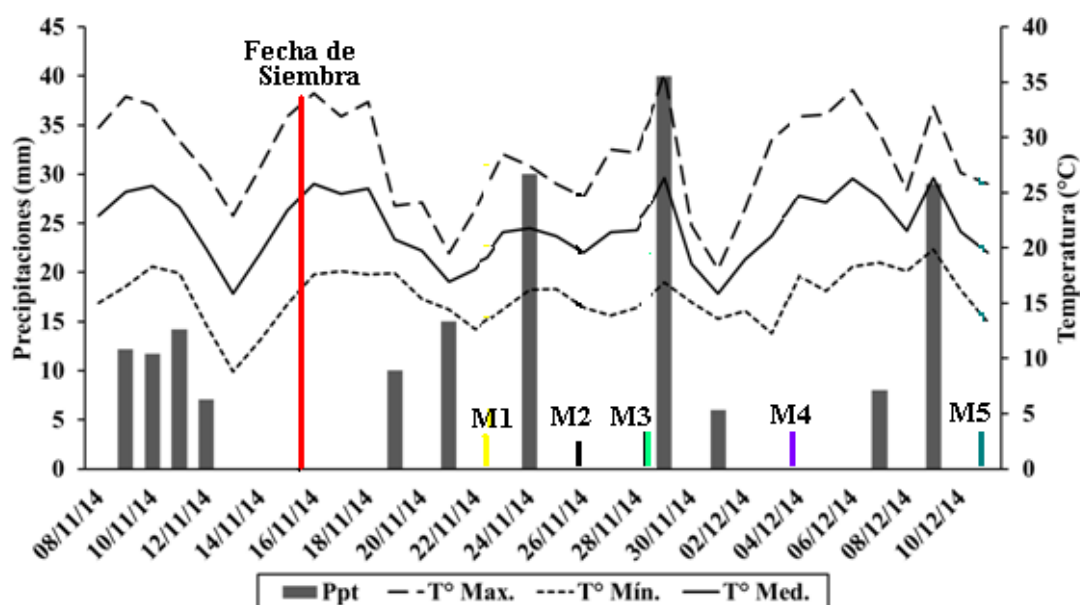


Figura 9: Condiciones climáticas del 8/11 al 11/12/14.

Luego de la siembra, las precipitaciones fueron óptimas a excesivas, mientras que, la temperatura fue óptima para una emergencia rápida. Teniendo en cuenta lo anterior y de acuerdo con Tourn et al. (2003), la temperatura afecta a la longitud del ciclo de cultivo desde la siembra hasta que alcanza la madurez fisiológica, por lo tanto, ante las condiciones meteorológicas presentadas cualquier variación producida en la eficiencia de implantación

y la velocidad de emergencia del cultivo de soja, se puede inferir, que se debe a las distintas cuchillas ensayadas en este trabajo.

El día 20/11 (4 días después de la siembra) en circunstancia exploratoria, se comprobó que no había ninguna planta emergida, sí, se advirtió que varias plántulas se encontraban en cracking (rompiendo suelo). El 23/11 (7 días después de la siembra) se observa que aproximadamente el 50% de las plantas que van a componer el stand final, ya habían emergido (Figura 10 y 11). En este sentido, las cuchillas que generan una mayor remoción del suelo (dura flute (T1) y rippled (T3)) muestran un porcentaje superior de plantas emergidas que la lisa (T2). Esto coincide con lo expresado por Baumer (1999) y Ferrari (2014) quienes señalan que, dentro del tren de siembra, las cuchillas labrasurco cumplen la función de cortar el rastrojo, para que éstos no sean enterrados por los surcadores, realizar una remoción de línea de siembra, para asegurar un buen contacto semilla-suelo y facilitar el trabajo de los abresurcos.

En la Figura 11, se puede ver que solamente hubo diferencias significativas con la cuchilla T2 en la primera fecha de evaluación.

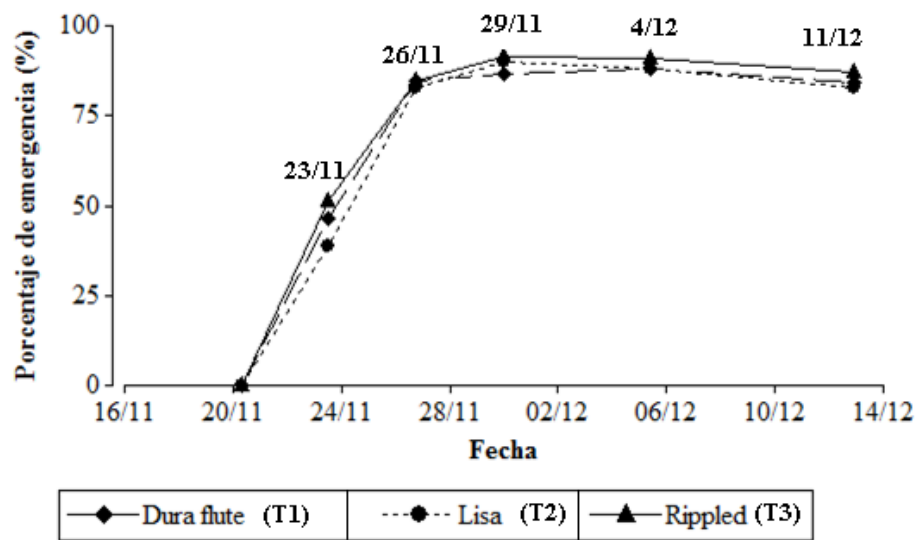


Figura 10: Porcentaje de emergencia de plantas de soja en las 5 diferentes fechas de evaluación.

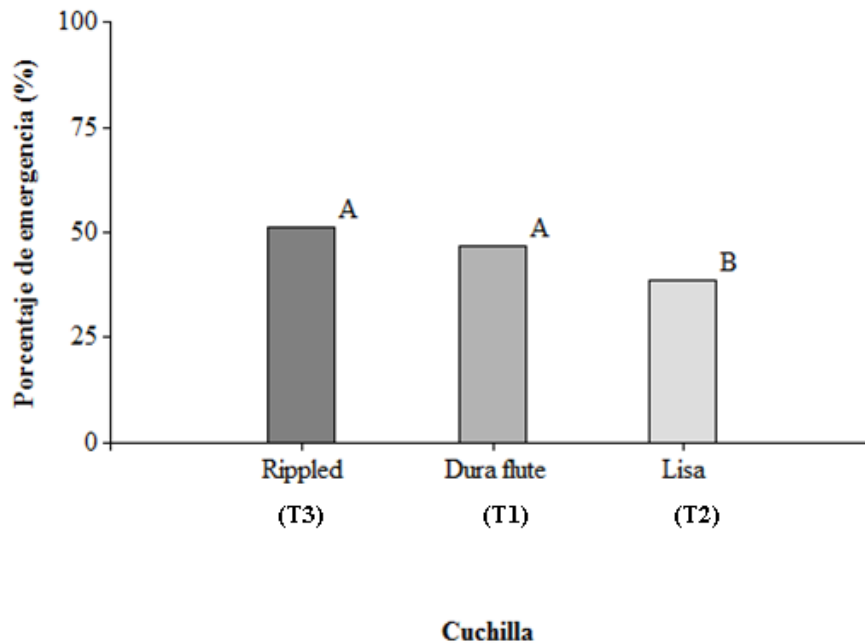


Figura 11: Emergencia de plantas en la primera fecha de evaluación (23/11), 7 días luego de la siembra.

Es probable que, el retraso en la emergencia al aplicar el tratamiento T2, se debió a la menor remoción de suelo que este tipo de cuchilla realiza. Coincidiendo estos resultados iniciales, con los obtenidos por Garicevich y Maroni (2003) quienes concluyen que, independientemente de la condición de humedad del suelo, las mejores emergencias de cotiledones de soja se logran cuando las semillas se localizan en una banda de suelo removido como lo hacen T3 y T1, observando que, el contacto semilla-suelo es un factor relevante para la germinación de la semilla y emergencia de los cotiledones.

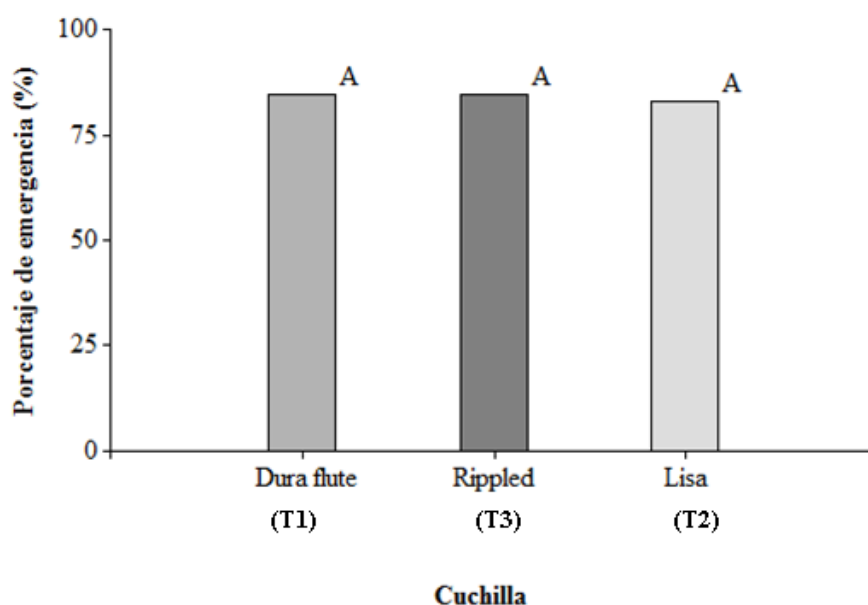


Figura 12: Emergencia de plantas en la segunda fecha de evaluación (26/11), 10 días luego de la siembra.

En la Figura 12, se pueden ver los resultados 3 días después (segunda fecha de evaluación) de la primera evaluación comprobándose que no hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos estudiados. La cuchilla lisa (T2) produjo, al igual que en la medición anterior, una menor emergencia total sin embargo, produjo una mayor tasa de

emergencia que en la fecha anterior, logrando así acercarse a los resultados de las otras cuchillas. Los valores de tasa de emergencia, respecto a la fecha anterior, se invierten siendo la rippled la de menor tasa. Esto puede ser así, ya que la cuchilla lisa es la que menor cantidad de plantas emergidas tenía en la fecha anterior, quedándole así, mayor cantidad de plantas para emerger.

El máximo porcentaje de emergencia, se observa en la tercera fecha de evaluación (13 días luego de la siembra (29/11)) (Figura 13), y luego hay una declinación en el stand (salvo T1 que se mantiene hasta el 4/12, Figura 10 y 14), siendo las cuchillas (T2) y (T3) las que se ven afectadas.

En la fecha (29/11/2014) se observan diferencias significativas en el porcentaje de emergencia entre cuchillas. La rippled (T3) es la que mejor comportamiento muestra, no diferenciándose con la lisa (T2), pero si con la dura flute (T1). La cuchilla lisa no se diferencia de ninguna de las dos. En esta fecha se ven los máximos valores de emergencia para las cuchillas (T3) y (T2), siendo sus tasas parecidas entre estas dos fechas de evaluación (26/11 – 29/11). La emergencia de plantas en la (T1) continúa, aunque en menor grado que las otras dos. En la cuarta fecha de evaluación (4/12/2014), las condiciones de alta humedad del suelo, debido a las continuas precipitaciones sucedidas en el transcurso de la emergencia del cultivo, afectan el establecimiento de las plántulas de soja. Esta situación de alta precipitación generó condiciones de exceso de humedad y se comenzó ver algunas plantas muertas, comprobándose que fue por damping off.

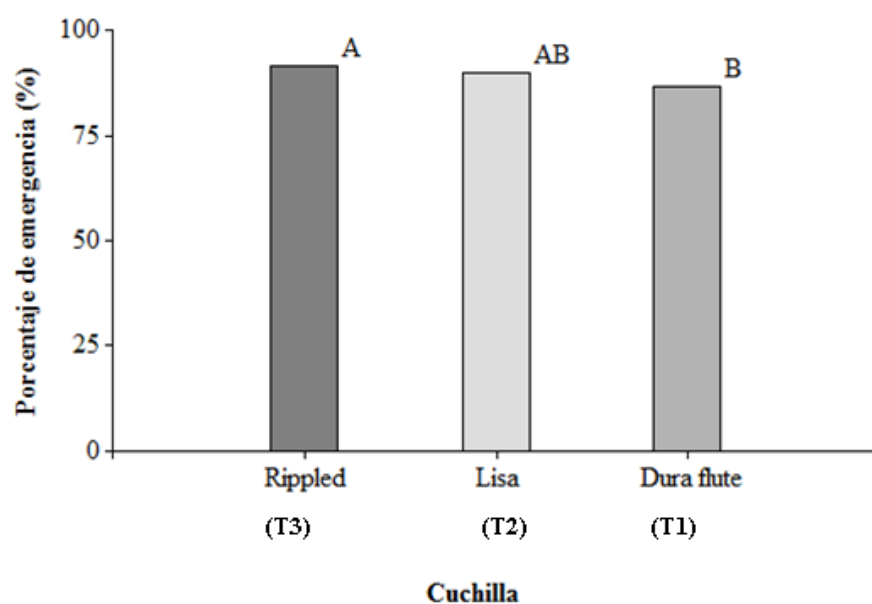


Figura 13: Emergencia de plantas en la tercera fecha de evaluación (29/11), 13 días luego de la siembra.

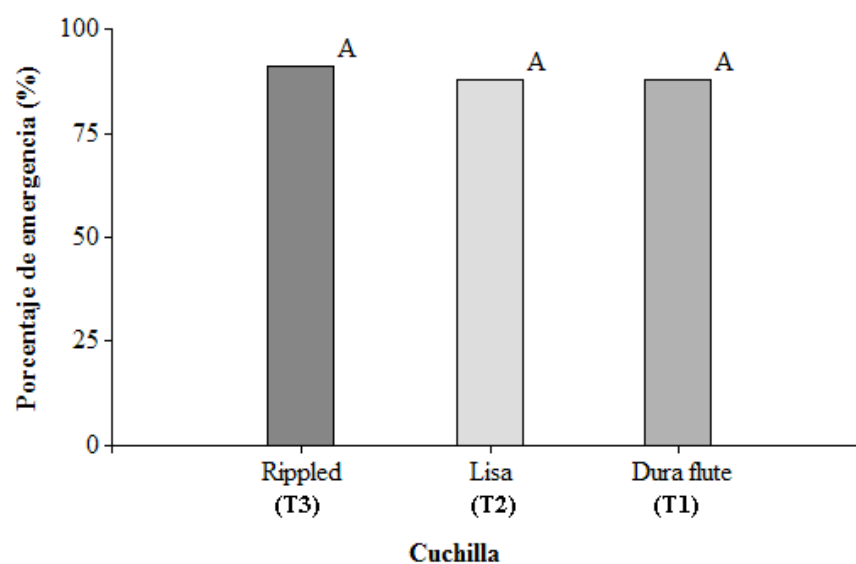


Figura 14: Emergencia de plantas en la cuarta fecha de evaluación (4/12), 18 días luego de la siembra.

La última y quinta fecha de evaluación (Figura 15), es la considerada como la fecha de eficiencia de implantación definitiva del cultivo de soja para las tres cuchillas labrasurcos ensayadas. Las precipitaciones continuaron, al igual que los días anteriores y con ellas las plantas afectadas por damping off también. Ya no se observan en ningún caso aumento en el porcentaje de plantas emergidas, solo retroceso en su cantidad por metro lineal. Los surcos que se ven más afectados, son los que abrió la cuchilla lisa (T2), aumentando la tasa de mortandad de plántulas con respecto a la tasa de la fecha anterior de 2% a 6%.

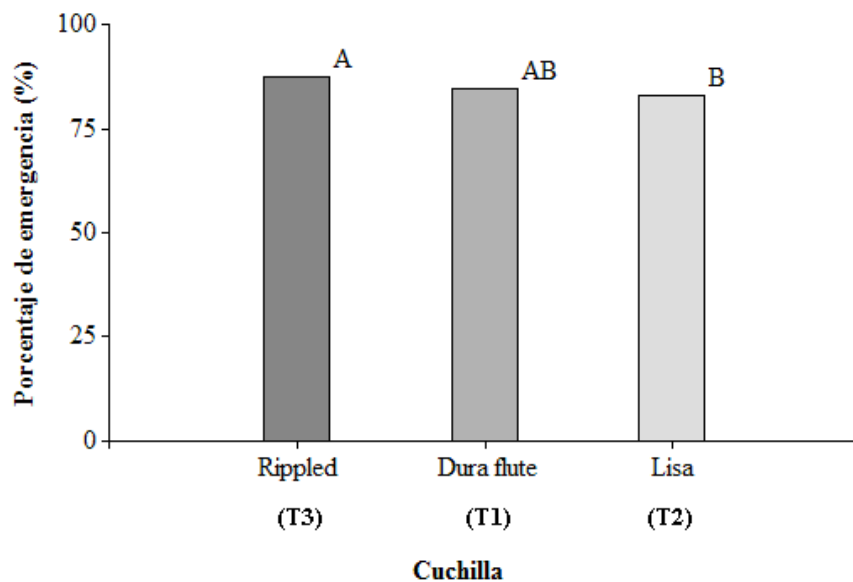


Figura 15: Emergencia de plantas en la quinta fecha de evaluación (11/12) 25 días luego de la siembra.

Esta situación afectó el stand de plantas final, observándose diferencias significativas en la eficiencia de implantación alcanzados con las diferentes cuchillas. La rippled (T3) es la de mayor eficiencia, no siendo significativa su diferencia con la dura flute (T1), pero si con la lisa (T2). Las condiciones del surco donde se depositaron las semillas,

bajo condiciones de humedad casi constantes, no solo afectaron la velocidad de emergencia de las plántulas de soja en un inicio, sino que también su establecimiento. El problema que se observó en las líneas donde trabajaron las cuchillas lisas, en suelos con alto contenido de arcilla, como el Vertisol, es la compactación de las paredes del surco de siembra, debido a la apertura del suelo por los abresurcos sin una remoción previa al paso del mismo, esto, unido a la alta humedad del suelo al momento de la siembra (cercana a capacidad de campo) y las continuas precipitaciones sucedidas posteriormente, resultó en condiciones desfavorables para las plántulas de soja ya que, se vio favorecido el desarrollo de enfermedades que terminaron por disminuir finalmente la cantidad de plantas establecidas a los 25 días desde la fecha de siembra. Según Vallone y Giorda (1997) algunas de las condiciones predisponentes para el desarrollo de ciertos hongos del suelo en plantas de soja, son lluvias persistentes, suelos arcillosos, mal drenados y compactados. Se observa, también, que la cuchilla T3 en todas las fechas de evaluación, salvo en la segunda, logró el mayor porcentaje de plantas emergidas respecto a las cuchillas T1 y T2, coincidiendo estos resultados con Pozzolo (2006) y Ferrari (2014), los cuales recomiendan para la siembra de pasturas en suelos de esta índole, el uso de cuchillas labrasurco tipo rippled; como así también con Ferrari y Ferrari (2011) quienes hacen la misma recomendación, pero en este caso para la siembra de granos gruesos.

Respecto al día medio a emergencia, se observan diferencias significativas (Figura 16). El tratamiento T1 se diferenció significativamente del T2, siendo más rápida la emergencia de plantas del primero; el tratamiento T3 no se diferenció de ninguno de los dos. Estos resultados coinciden con lo expresado por Soza et al. (2003) respecto a que la intensidad de remoción de la línea de siembra ejerce un efecto sustancial en la emergencia

del cultivo, por lo tanto para el alistamiento del tren de siembra se requiere la caracterización previa de la historia y condición del suelo para su definición. Finalmente, a pesar de lo comentado en el párrafo anterior, las diferencias encontradas para el día medio a emergencia, no se las puede considerar importantes desde el punto de vista agronómico.

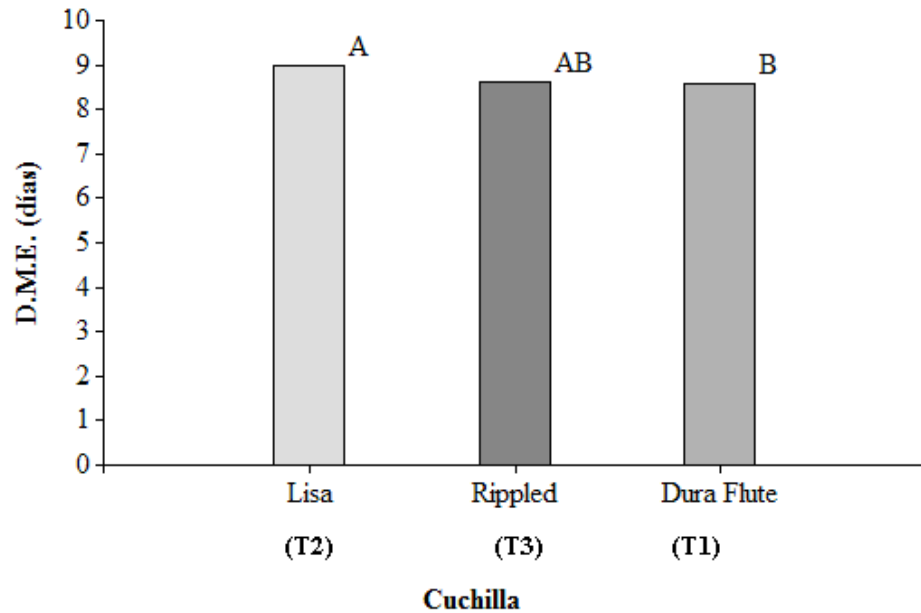


Figura 16: Día medio a emergencia de la soja para los tres tratamientos ensayados.

CONCLUSIONES

La cuchilla rippled produjo la mayor eficiencia de implantación.

La velocidad de emergencia de las plantas de soja fue superior en aquellas cuchillas que, además de cumplir con la función de cortar el rastrojo, generan una remoción de la línea de siembra.

El día medio a emergencia resultó ser menor con la cuchilla dura flute, resultando ser mayor con la cuchilla lisa.

Donde se utilizó la cuchilla labrasurco lisa hubo una mayor muerte de plántulas por damping off.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERTENGO, J.; BELLOSO, C.; GIRAUDO, M.B.; PEIRETTI, R.; PERMINGEAT, H.; WALL, L. (2014). Conservation agriculture in Argentina. In: JAT, R.A.; SAHRAWAT, K.L.; KASSAM, A.H. (Eds.). Conservation agriculture: global prospects and challenges. CABI International, Wallingford, Oxfordshire, UK. Pp. 352-374.

ARAGÓN, J.R.; MOLINARI, A.; DIEZ DE LORENZATTI, S. (1997). Manejo integrado de plagas. En: GIORDA, L.M. Y BAIGORRI, H.E.J. (Eds.). El cultivo de la soja en Argentina. INTA, Centro Regional Córdoba. Pp. 247-308.

BAKER C.J. (2008). Abresurcos y formas de las ranuras. En: BAKER C.J. y SAXTON K.E. (Eds.). Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Editorial Acribia, S.A. ZARAGOZA (España). Pp. 41-70.

BAKER C.J., SAXTON K.E. (2008). Los <<¿qué?>> y los <<¿por qué?>> de la agricultura con labranza cero. En: BAKER C.J. y SAXTON K.E. (Eds.). Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). Pp. 1-12.

BARAÑAO, T.V. (1955). Maquinaria agrícola. Salvat Editores S.A. Barcelona. Pp. 608.

BAUMER, C. (1999). Sembradoras y fertilizadoras para siembra directa. AAPRESID – INTA. Proyecto IPG. Publicaciones técnicas. Serie siembra directa N° 2. Pp. 345.

BILBRO, J.D. Y WANJURA, D.F. (1982). Soil crust and cotton emergence relationships. Trans. of the ASAE 25. Pp. 1484-1489.

BOTTA, G.F.; JORAJURÍA, D. & DRAGHI, M. (2002). Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil. Journal of Terramechanics 39 (1). Pp 47-54.

BOTTA, G.F.; JORAJURIA D.; BALBUENA R. & ROSATTO H. (2004). Mechanical and cropping behavior of direct drilled soil under different traffic intensities: effect on soybean (*Glycine max* L.) yields. Soil & Tillage Research 78. Pp. 53-58.

BRAGACHINI, M.; BONETTO, L. Y BONGIOVANNI, R. (1993). Siembra, cosecha secado y almacenaje de soja. INTA - EEA Manfredi. Pp. 191.

BRAGACHINI, M.; MÉNDEZ, A.; PEIRETTI, P. Y SCARAMUZZA, F. (2003). Sembradoras para siembra directa. Proyecto agricultura de precisión. INTA Manfredi. Pp.

11. <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/siembra/Sembradoras-Siembra-Directa.asp> (consultado: Agosto, 2015).

BRAGACHINI, M.; MÉNDEZ, A.; POGNANTE, J.; DE LA TORRE, D. Y PÓZZOLO, O. (2009). Historia de la mecanización agrícola del país: del arado de reja a la siembra de precisión. En: RICCI, D. (Coord.). La Argentina 2050. La Revolución Tecnológica del Agro. Hacia el Desarrollo Integral de Nuestra Sociedad. 1ª ed. Buenos Aires. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE). Pp. 251-358.

COLOMBINO, A.A.; POLLACINO, J.C.; SOSA, R.O.; DEL OLMO, F.; TOURN, M.C. (1989). Máquinas para implantación de cultivos. Edición CIFA. Buenos Aires. Pp. 65.

DE BATTISTA, J.J. (2004). Manejo de vertisoles de Entre Ríos. Revista científica agropecuaria N° 8 (1). Pp. 37-43.

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

ERBACH, D.C.; CRUSE, R.M.; CROSBIE, T.M.; TIMMONS, D.R.; KASPAR, T.C. & POTTER, K.N. (1986). Maize response to tillage-induced soil conditions. Trans. ASAE 29. Pp. 690-695.

FERRARI, H. Y FERRARI, C. (2011). Siembra de gruesa. Revista Chacra. Año 81. N° 969. Pp. 125-128.

FERRARI, H. (2014). Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas. En: 5ta Jornada Nacional de Forrajes Conservados. Recopilación de presentaciones técnicas. 1ra. Edición. Ediciones INTA, CABA. Pp. 43-46.

GARCIARENA N. Y SALUSO J. (2005). El medio. Caracterización climática del área. En: MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. Carta de Suelos de la República Argentina, Departamento Gualguaychú, Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario del Convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos, EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 23. Pp. 218.

GARGICEVICH, A. (1995). Sembradoras de siembra directa y su efecto sobre la cobertura. Proyecto Agricultura Conservacionista II: Serie Experiencias, Argentina. Pp. 4.

GARGICEVICH, A. Y MARONI, J.R. (2003). Siembra directa de soja. Optimización del proceso en función de diferentes trenes de siembra y condiciones de suelo. Para mejorar la producción. INTA EEA Oliveros. N° 24. Pp. 63-66.

GIL, R. Y POZZI, R. (2009). Procesos de los suelos en siembra directa. En: SATORRE (Coord.). Siembra directa. AACREA. Pp. 25-31.

HERRERA, M.; POZZOLO, O.; SEIMAINDI, C. (2003). Trenes de siembra directa, prestación en diferentes condiciones de suelo y humedad. Revista Científica Agropecuaria N° 7 (1). Pp.35-39.

IQBAL, M.; MARLEY, S.J.; ERBACH, D.C.; KASPAR, T.C. (1998). An evaluation of seed furrow smearing. Transactions of the ASAE, 41 (5). Pp. 1243-1248.

MARELLI, H. (1998). La siembra directa como práctica conservacionista. En: PANIGATTI, J. L.; MARELLI, H.; BUZCHIAZZO, D. Y GIL, R. (Eds.). Siembra Directa. INTA. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, R. Argentina, Pp. 127-139.

MARONI, J. (1994). Máquinas sembradoras para siembra directa. Consideraciones para su puesta a punto. Proyecto Agricultura Conservacionista II: Artículos Técnicos, Serie Maquinaria Agrícola. Pp. 12.

MARONI, J.; FERNÁNDEZ ASENJO, C.; GARGICEVICH, A.; REPETTO, L.; GONZALEZ, C. (2004). Efectos de la utilización de ruedas contactadoras sobre la uniformidad y velocidad de emergencia del maíz. Revista Agromensajes de la Facultad. FCA - UNR. N° 13. Pp. 8-10. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/13/3AM13.htm> [Consultado: Agosto, 2015].

MÁRQUEZ DELGADO, L. (2011). Elementos que definen el comportamiento de las sembradoras. Parte 2. Los elementos sembradores. Agrotécnica. Cuadernos de Agronomía y Tecnología, N° 11. Pp. 32-38.

http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organizacion-organismos/ministerio-exterior/noticias_del_exterior/art_datos.asp?articuloId=2472&codrevista=Agrotec (Consultado: Agosto 2015).

MARRON, G. (2005). La sembradora: equipamiento y regulación para soja. En: BRAGACHINI, M. Y CASINI, C. (Eds.). Soja: eficiencia de cosecha y postcosecha. INTA-PRECOP. Manual Técnico N° 3. Pp. 32-59.

MARTÍNEZ-GHERSA, M.A. Y GHERSA, C.M. (2005). Consecuencias de los recientes cambios agrícolas. Ciencia Hoy, 87. Pp. 37-45.

MARTÍNEZ PECK, R. (2009). Tecnología de siembra y fertilización en siembra directa. En: SATORRE (Coord.). Siembra directa. AACREA. Pp. 57-70.

PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. (2005). Carta de Suelos de la República Argentina, Departamento Gualeguaychú, Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario del Convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos, EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 23. Pp. 218.

- POCHAT, F. Y POZZOLO, O. (2000). Evaluación de dos abresurcos. Disco simple vs. disco doble descentrado para sembradora directa en vertisoles. En: Avances en Ingeniería Agrícola. Editorial de la Facultad de Agronomía. Pp. 56-61.
- POZZOLO, O.; AMAVET, A. Y CANGIANI, S. (2000). Efecto de diferentes accesorios sobre un abresurco de doble disco descentrado en sembradora directa en vertisoles. En: Avances en Ingeniería Agrícola. Editorial de la Facultad de Agronomía. Pp. 62-67.
- POZZOLO, O. (2006). Recomendaciones para la implantación de pasturas. INTA E.E.A Concepción del Uruguay. Hoja Informativa Electrónica 6(143). Pp. 8.
- POZZOLO, O. y CURRÓ, C. (2008). Aprestándonos para sembrar en condiciones desfavorables. INTA Concepción del Uruguay, Argentina, Noticias Agroindustria, 1(9). Pp. 2.
- QUINTERO, C. (2013). Manejo de nutrientes en Entre Ríos. En: Actas Simposio de Fertilidad 2013 “Nutrición de cultivos para la intensificación productiva sustentable. IPNI Cono Sur – Asociación Civil Fertilizar. Rosario, Santa Fe. Pp. 118-124.
- RAMÍREZ L. Y PORSTMANN J.C. (2008). Evolución de la Frontera Agrícola. Campañas 80/81 – 06/07. Revista Agromensajes de la Facultad. FCA - UNR. N° 25. Pp 6. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/25/10AM25.htm> [Consultado: Agosto 2015].
- SAMMARRO, D.G.; BRIHET, J.M.; COSTA, R.; PURICELLI, E. (2013). Relevamiento de tecnología agrícola aplicada. Campaña 2010/2011. Bolsa de cereales. Pp. 175.
- SATORRE, E.H. (2005). Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. Ciencia Hoy, 87. Pp. 24- 31.
- SOZA, E; TOURN, M; HIDALGO, R; PASTORINO, P. (2003). Emergencia de soja de segunda sobre trigo en siembra directa. Parte I: evaluación del efecto de diferentes trenes de siembra de la máquina sembradora. Revista Agrotecnia. Vol. 11. Pp. 24-29.
- SOZA, E.; BOTTA, G.; TOURN, M. AND HIDALGO, R. (2004). Sowing efficiency of two seeding machines with different metering devices and distribution systems: a comparison using soybean Glycine max (L) Merr. Spanish Journal of Agricultural Research, 2 (3). Pp. 315-321.
- SOZA, E.L.; TOURN M.C.; AGNES, D.W.; BOTTA, G.F. (2008). Eficiencia de implantación del cultivo de maíz (Zea mays L.) en secuencia de siembra directa y labranza previa. Revista de la Facultad de Agronomía, UBA, 28(1). Pp. 11-17.
- TASI, H.A. (2005). Aptitud de las tierras para distintos usos. En: PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS. Carta de Suelos de la República

Argentina, Departamento Gualeguaychú, Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario del Convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos, EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 23. Pp. 218.

TASI, H.A.; LÓPEZ, L.O.; BEDENDO, D.J.; FOTI, O.F.; FUENTES, R.H. (2005). Apéndice A. Descripción técnica de los suelos. En: PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. Carta de Suelos de la República Argentina, Departamento Gualeguaychú, Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario del Convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos, EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 23. Pp. 218.

TASI, H. (2009). Aplicación de las cartas de suelos de Entre Ríos, Argentina, para evaluar índices de productividad específicos para los principales cultivos agrícolas. Tesis doctoral. Universidade da Coruña. España. Pp. 592.

TOURN, M.; SOZA, E.; BOTTA, G.; METE, A. (2003). Direct maize seeding. Effects of residue clearance on implant efficiency. Spanish Journal of Agricultural Research 1. Pp. 99-103.

TOURN, M.C.; NARDÓN, G.F.; BOTTA, G.F.; BALBUENA, R.H.; RESSIA, J.M.; RIVERO, J.M.; STADLER, S. (2011). Sembradoras: generalidades y desempeño. Orientación gráfica editora. Pp. 191.

VALLONE, S. Y GIORDA L.M. (1997). Enfermedades. En: GIORDA, L.M. Y BAIGORRI, H.E.J. (Eds.). El cultivo de la soja en Argentina. INTA. Pp. 213-244.

VIGLIZZO, E.F.; CARREÑO, L.V.; PEREYRA, H.; RICARD, F.; CLATT, J.; PINCÉN, D. (2010). Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En: VIGLIZZO, E. Y JOBBÁGY, E. (Eds.). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Ediciones INTA, Buenos Aires. Pp. 9-22.